Québec

Note de recherche forestière n° 105

Comparaison de la croissance de marcottes et de plants à racines nues d'épinette noire

RENÉ DOUCET[1]

FDC 230(047.3)(714)
LC SD 404.25

Résumé

La croissance de plants d'épinette noire a été comparée à celle de marcottes épargnées lors de la coupe et de la scarification, dans neuf plantations de la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean. La régénération naturelle et les plants se sont développés au même rythme sur les stations les plus fertiles et les deux types de régénération devraient former le peuplement à maturité. La régénération naturelle a poussé lentement sur les stations pauvres, mais les plants ont eu un développement encore plus lent, surtout lorsque la plantation a eu lieu plusieurs années après la coupe, même si la compétition pour la lumière ne semble pas en cause. C'est toutefois la taille de la régénération naturelle au moment de la plantation, plutôt que le délai plus ou moins long entre la coupe et la plantation, qui semble avoir joué un rôle primordial dans les résultats. Lorsque la densité de la régénération naturelle est suffisante, il ne serait donc pas nécessaire d'ajouter des plants pour maintenir la production des peuplements récoltés, si la performance des plantations d'il y a quelques années fournit un bon indice du potentiel de ce traitement. Sur les stations où la croissance de la régénération naturelle est faible, il faudrait en trouver la cause et y porter remède avant d'introduire des plants qui risquent autrement d'avoir une croissance médiocre. Si cette croissance lente est intrinsèque à la station, il serait préférable de protéger le mieux possible la régénération présente et d'établir le potentiel réel de la station, afin d'obtenir une estimation réaliste de la production future.

Mots-clés : épinette noire, régénération, marcottage, plantation

Abstract

Comparing the growth of black spruce layers and bareroot seedlings. *Growth of black spruce regeneration consisting of planted seedlings and advance regeneration, originating from layering, that had survived clearcutting and scarification, was compared in nine plantations of the Saguenay–Lac-Saint-Jean region. On good sites, both planted seedlings and natural regeneration grew at similar rates and should be part of the main stand at maturity. Growth of natural regeneration was slow on poor sites, but growth of planted seedlings was even poorer, particularly when there had been a long delay between clearcutting and planting, even though competition for light did not seem to be involved. However it seems that the height of natural regeneration at time of planting, rather than the delay between logging and planting, has played a major role in these results. When natural regeneration is plentiful, there does not seem to be any substantial gain in replacing it by planted seedlings, at least with the kind of black spruce seedlings that were used in the recent past. On sites where advance regeneration is doing poorly, one should examine why it is so before planting, as planted seedlings may not respond very well either. Every effort should thus be made to protect advance regeneration, especially on these poorer sites, since costly measures such as planting will not be rewarded by rapid growth.*

Key words : black spruce, regeneration, layering, plantation.

[1] Direction de la recherche forestière, **Forêt Québec**.

Direction de la recherche forestière
2700, rue Einstein
SAINTE-FOY (Québec) G1P 3W8 Canada

Téléphone : (418) 643-7994
Télécopieur : (418) 643-2165
Courriel : rech.for@mrn.gouv.qc.ca

Tableau 1. Description des secteurs d'étude

Unité de gestion	Secteur	Long.	Lat.	Type forestier	Type écologique	Épaisseur humus (cm)	Dépôt	Épaisseur du sol	Drainage
21	R. LaBlague 1	71° 25'	48° 11'	Epn/kaaleg	RE22	6-8	Sable fin	Profond	Bon
21	R. LaBlague 2	71° 25'	48° 11'	Epn/kaaleg	RE22	6-8	Sable fin	Profond	Bon
24	R. des Aigles 1	71° 44'	49° 02'	Epn/kaaleg	RE21	15	Sable grossier	Profond	Rapide
24	R. des Aigles 2	71° 44'	49° 02'	Epn/kaaleg	RE21	15	Sable grossier	Profond	Rapide
24	R. Serpent 1	71° 14'	49° 35'	Epn-Pig/kaaleg	RE21	6-10	Sable grossier	Profond	Rapide
24	R. Serpent 2	71° 14'	49° 35'	Epn-Pig/kaaleg	RE21	5-9	Sable grossier	Profond	Rapide
26	Aéroport	74° 34'	49° 45'	Epn/clasps	RE12	5-10	Sable moyen	Moyen	Bon
26	L. Caopatina	74° 44'	49° 29'	Epn/aurlegcal	RE38	50-60	Sable moyen	Profond	Imparfait
26	C. Lamothe	74° 17'	50° 12'	Epn/clakaa	RE22	5-10	Sable moyen	Moyen	Bon

Epn = Épinette noire. Pig = Pin gris. Kaa = *Kalmia angustifolia*. Leg = *Ledum groenlandicum*. Cla = *Cladina* sp. Aur = Aulne rugueux.

Introduction

L'épinette noire (*Picea mariana* [Mill.] B.S.P.) se régénère à la fois par semences et par marcottage. Pendant longtemps, le second mode de régénération a été regardé avec suspicion : on s'interrogeait sur sa capacité à produire des peuplements productifs (Doucet et Boily 1987). L'étude de l'évolution de peuplements régénérés par marcottage (Boily et Doucet 1991, 1993, Doucet 1990, Groot 1994, Morin et Gagnon 1991, Paquin et Doucet 1992a) a permis de mieux connaître leur productivité, mais il restait encore à déterminer s'ils étaient aussi productifs que des peuplements issus de graines. La comparaison du développement de semis et de marcottes est donc apparue comme un moyen d'étudier cette question. Cependant, cette approche se heurte à la difficulté de trouver des semis naturels et des marcottes croissant côte à côte (Doucet et Boily 1988a, Walsh et Wickware, 1991). C'est pourquoi la plupart des études réalisées jusqu'à maintenant ont comparé des semis établis après feu et des marcottes épargnées par la coupe, dans des peuplements différents situés sur des stations jugées de qualité équivalentes (Lussier *et al.* 1992, Morin et Gagnon 1992). Les résultats de ces études, bien que valables, doivent composer avec la présence toujours possible de différences dans la qualité des stations, puisque les peuplements choisis sont parfois assez éloignés les uns des autres. Une autre approche, utilisée à quelques reprises (Doucet et Boily 1986, 1988a), consiste à comparer, sur la même station, des semis introduits par plantation et des marcottes qui auraient survécu à la coupe. Cette procédure a été utilisée dans une étude entreprise en 1989, dont les résultats sont présentés ici. L'objectif était de comparer le développement d'arbres individuels, non pas de déterminer si la régénération était suffisamment abondante pour assurer le retour d'un peuplement pleinement stocké.

Méthodes

Les dispositifs expérimentaux, au nombre de neuf (tableau 1), sont situés dans la région du Saguenay – Lac-Saint-Jean, dans les unités de gestion de Saguenay-Sud (21), de Péribonka (24) et de Chibougamau (26). Après la coupe à blanc, réalisée sans précaution particulière pour protéger la régénération préétablie, les secteurs ont été scarifiés et reboisés dans le cadre des travaux réguliers d'aménagement. Dans certains cas, la plantation a suivi la coupe de peu, alors que dans d'autres, il y a eu un délai de plusieurs années. De même, certains des dispositifs expérimentaux ont été établis tout de suite après la plantation, alors que d'autres l'ont été plusieurs années plus tard. Le taux de survie de ces plantations était de 90 % ou plus au moment de l'établissement des dispositifs expérimentaux. Les observations se sont poursuivies pendant 6 à 8 ans. Le calcul du nombre d'années séparant la coupe et la plantation tient compte du fait que la coupe a eu lieu après la fin de la saison de croissance de l'année indiquée, alors que les plantations ont été réalisées au printemps.

Chaque secteur comprend 100 points d'échantillonnage distribués sur des virées espacées de 10 m, sauf pour le secteur de la rivière des Aigles n° 2 et celui du chemin Lamothe, qui en contiennent respectivement 73 et 86. Lorsque la régénération naturelle était abondante, les points d'échantillonnage ont été espacés de 5 m les uns des autres. Le plant le plus près a d'abord été choisi, puis la marcotte dominante la plus près de ce plant, dans un rayon de 2 m. Ce rayon a été augmenté dans les secteurs où la régénération naturelle était plus dispersée, mais le plant et la marcotte d'une paire ne sont jamais à plus de 7 m l'un de l'autre, pour que les deux se trouvent dans les conditions les plus semblables possibles.

On a mesuré, au moment de l'établissement, la hauteur, le DHP (pour les échantillons de plus de 130 cm de hauteur) et la croissance en hauteur des trois années précédentes. Chaque échantillon a été identifié pour les mesurages à venir. Lors du deuxième mesurage, on a noté la hauteur, le DHP et la croissance en hauteur jusqu'à l'année d'établissement des dispositifs expérimentaux. Enfin, le dernier mesurage comprenait la mesure du DHP, de la hauteur et de la croissance en hauteur des deux dernières années. Une description de la station a été faite lors du dernier mesurage, au moyen des clés préparées par la Direction de la gestion des stocks forestiers (Bergeron *et al.* 1999, Grondin *et al.* 1998). Dans les deux secteurs de l'unité de gestion de Saguenay-Sud, le plant et la marcotte de dix points d'échantillonnage ont aussi été abattus, afin de reconstituer, par analyse de tiges, leur croissance depuis le moment de la coupe et de la plantation.

La hauteur et le taux d'accroissement en hauteur au moment de l'établissement des dispositifs expérimentaux, la hauteur en 1997, l'accroissement moyen de 1996 et 1997 et l'accroissement moyen en hauteur pour toute la durée de l'expérience ont été soumis à des tests de Student en données pairées. Dans le cas du DHP, seules les mesures en 1993 et 1997 des secteurs du ruisseau La Blague ont fait l'objet d'analyses, un trop grand nombre d'échantillons ayant une hauteur inférieure à 1,30 m dans les autres.

Résultats

Le tableau 2 présente les résultats de cinq secteurs dans lesquels il s'est écoulé au plus 3 ans entre la coupe et la plantation. Dans tous les cas, il y a eu très peu de mortalité au cours de la période d'observation. Grâce à l'abondance de la régénération et à une forte croissance, les deux secteurs du ruisseau La Blague ont un couvert fermé, 20 ans après la coupe et 18 ans après la plantation. Par contre, la régénération naturelle plus clairsemée et la croissance plus faible dans les autres secteurs font en sorte que les peuplements sont ouverts, même s'ils se referment graduellement.

Tableau 2. Comparaison de marcottes et de plants dans des plantations réalisées trois ans ou moins après la coupe

Secteur et nombre d'années entre la coupe et la plantation	Année de la coupe, de la plantation et de la 1re mesure	Origine	H_{m1} (cm)	C_{m1} (cm)	H_{97} (cm)	$C_{96:97}$ (cm)	Croissance annuelle moyenne (cm/an)	Mortalité (%)
Ruisseau la Blague 1 2 ans	1977	Marcottes	229	30,4	458	28,8	28,6	1
	1980	Plants	243	32,0	475	28,1	29,0	2
	1989	*p*	0,088	0,339	0,211	0,413	0,707	
Ruisseau la Blague 2 2 ans	1977	Marcottes	231	30,1	449	28,3	27,3	0
	1980	Plants	240	33,4	466	29,7	28,3	2
	1989	*p*	0,360	0,043	0,272	0,220	0,523	
Rivière des Aigles 1 3 ans	1985	Marcottes	86	10,2	230	17,8	20,6	4
	1989	Plants	29	4,7	99	11,4	10,0	5
	1990	*p*	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	
Rivière des Aigles 2 2 ans	1986	Marcottes	72	9,9	190	18,3	16,8	4
	1989	Plants	33	5,8	98	12,7	9,3	7
	1990	*p*	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	
Rivière Serpent 2 2 ans	1980	Marcottes	87	11,0	197	15,9	13,7	2
	1983	Plants	78	11,9	188	16,5	13,6	5
	1989	*p*	0,101	0,453	0,490	0,828	0,956	

H_{m1}, C_{m1} : hauteur et croissance en hauteur à la première année de mesure.
H_{97} : hauteur en 1997.
C_{96-97} : croissance annuelle moyenne en hauteur de 1996 et 1997.
p : probabilité que les différences soient dues au hasard.

Pour trois d'entre eux, les deux du ruisseau La Blague et le secteur 2 de la rivière Serpent, la hauteur des plants et des marcottes était semblable au moment de l'établissement du dispositif expérimental en 1989. Dans les deux autres secteurs (rivière des Aigles 1 et 2), les marcottes avaient une hauteur deux ou trois fois supérieures à celle des plants (tableau 2). La même situation prévaut 8 ans plus tard : les marcottes ont accru leur avantage dans les deux secteurs où elles étaient plus hautes au départ et les différences sont toujours faibles là où elles l'étaient au départ (tableau 2).

Pour ce qui est de l'accroissement en hauteur au moment de l'établissement, il était semblable dans le secteur 1 du ruisseau La Blague et dans le secteur 2 de la rivière Serpent. Par contre, les plants avaient un léger avantage dans le secteur 2 du ruisseau La Blague, tandis que c'était l'inverse dans les deux secteurs de la rivière des Aigles (tableau 2). Au cours de la période d'observation de 8 ans, l'avantage des marcottes s'est maintenu dans le secteur 2 de la rivière des Aigles (figure 1), tout comme dans le secteur 1 (tableau 2, croissance annuelle moyenne). Plants et marcottes ont des croissances semblables dans les trois autres secteurs, même dans celui où les plants semblaient avoir un léger avantage au départ. Le comportement de l'accroissement des deux dernières années (1996 et 1997) est en tout point semblable à l'accroissement moyen de toute la période.

Le DHP moyen des plants du secteur 1 du ruisseau La Blague était supérieur à celui des marcottes, tant en 1993 (3,8 et 3,3 cm, $p = 0,015$) qu'en 1997 (5,7 et 5,1 cm, $p = 0,013$). Il n'y avait pas de différence dans le secteur 2, ni en 1993 (3,6 et 3,3 cm, $p = 0,200$), ni en 1997 (5,4 et 5,5 cm, $p = 0,900$).

Les analyses de tiges réalisées dans les deux secteurs du ruisseau La Blague montrent que la coupe et la scarification n'avaient laissé que la régénération de faible hauteur (figure 2). Elles montrent aussi que les plants et les marcottes se sont développés au même rythme depuis le début. Les hauteurs à 20 ans ne sont pas significativement différentes ($p = 0,874$ secteur 1, $p = 0,286$ secteur 2). Le DHP de ces tiges, au même âge (figure 3) sont aussi comparables ($p = 0,795$ secteur 1, $p = 0,108$ secteur 2).

Le tableau 3 présente les résultats de quatre secteurs où la plantation a eu lieu entre 4 et 15 ans après la coupe. La hauteur des marcottes, au moment de l'établissement des dispositifs expérimentaux, était de deux à trois fois supérieure à celle des plants. Ces différences se sont maintenues pendant toute la période d'observation et elles sont hautement significatives. En comparant le taux moyen d'accroissement au cours de cette période à celui des deux dernières années (1996 et 1997), on constate qu'il s'est stabilisé ou, au mieux, qu'il augmente encore légèrement (tableau 3). L'écart entre le taux d'accroissement annuel des marcottes et celui des plants demeure relativement constant pour toute la période d'observation, comme le démontre l'exemple du secteur 1 de la rivière Serpent (figure 4). Le couvert ne s'est pas encore refermé, 15 ans ou plus après la coupe.

Discussion

En 1997, une période de 11 à 28 ans s'était écoulée depuis que les peuplements avaient été récoltés. Les taux d'accroissement en hauteur de la régénération préétablie devaient donc être près de leur maximum, qui survient vers l'âge de 20 ans (Boily et Doucet 1993, Paquin et Doucet 1992b). Ces taux d'accroissement fournissent une indication de la productivité relative des stations. Les deux secteurs du ruisseau La Blague, avec un accroissement moyen de près de 30 cm/an en 1996 et 1997, représentent de bonnes stations. Les deux secteurs de la rivière des Aigles, ceux de la rivière Serpent et celui du lac Caopatina, avec un taux d'accroissement moyen de 16 à 20 cm/an, sont des stations de productivité moyenne. Enfin, le secteur de la route de l'aéroport et celui du chemin Lamothe, avec un taux d'accroissement moyen de 12 ou 13 cm/an, vingt après la coupe, sont des stations plutôt pauvres.

Les secteurs du ruisseau La Blague, dans l'unité de gestion de Saguenay-Sud, présentent les caractéristiques d'une station relativement fertile. Les peuplements ont un couvert fermé, 20 ans après la coupe. À cet âge, le taux d'accroissement en hauteur se compare à celui que donnent les tables de production pour un indice de qualité de station (IQS) de 15 m à 50 ans (Pothier et Savard 1998). Il est d'ailleurs semblable à celui des plants. L'analyse de quelques tiges, de même qu'une étude réalisée lorsque ces plantations étaient plus jeunes (Doucet et Boily 1986) montrent que plants et marcottes ont eu un développement similaire depuis le début. Les différences entre les deux formes de régénération sont donc minimes à l'âge de 20 ans et il semble peu probable que les plants en viennent à dominer les marcottes de façon marquée. Une étude récente a mis en évidence un patron de développement semblable pour des semis naturels et des marcottes croissant côte à côte (Paquin *et al.* 1999). La seule différence de quelque importance, est celle de 0,6 cm du DHP moyen, en faveur des plants en 1997, dans le secteur 1. Il pourrait s'expliquer par le fait que les marcottes, croissant en grappes (Doucet et Boily 1988b), ont eu à subir plus rapidement la compétition. Mais les plants y sont maintenant de plus en plus soumis, eux aussi. D'ailleurs, la différence entre les DHP moyens n'a pratiquement pas augmenté de 1994 à 1997 et elle ne s'est pas manifestée dans le secteur 2, contrairement à ce que pourrait laisser croire la figure 3, qui n'est basée que sur dix échantillons.

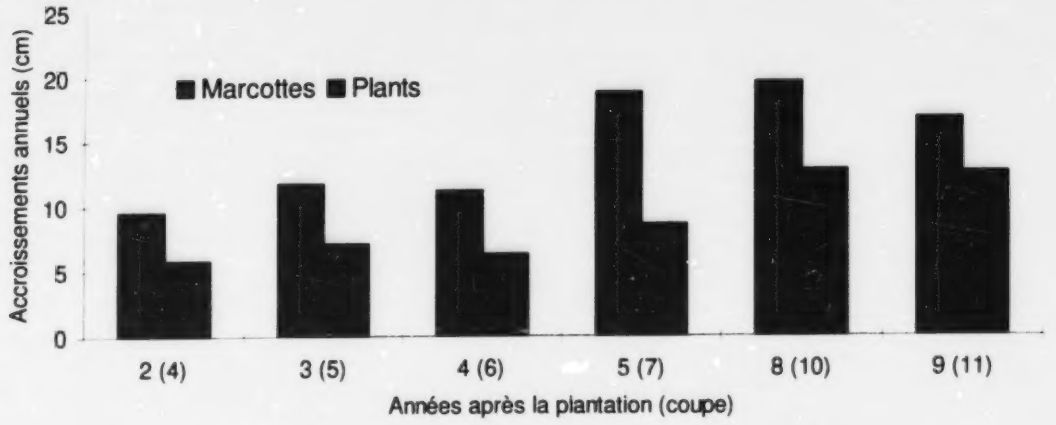

Figure 1. Accroissement annuel en hauteur des plants et des marcottes secteur 2, rivière des Aigles.

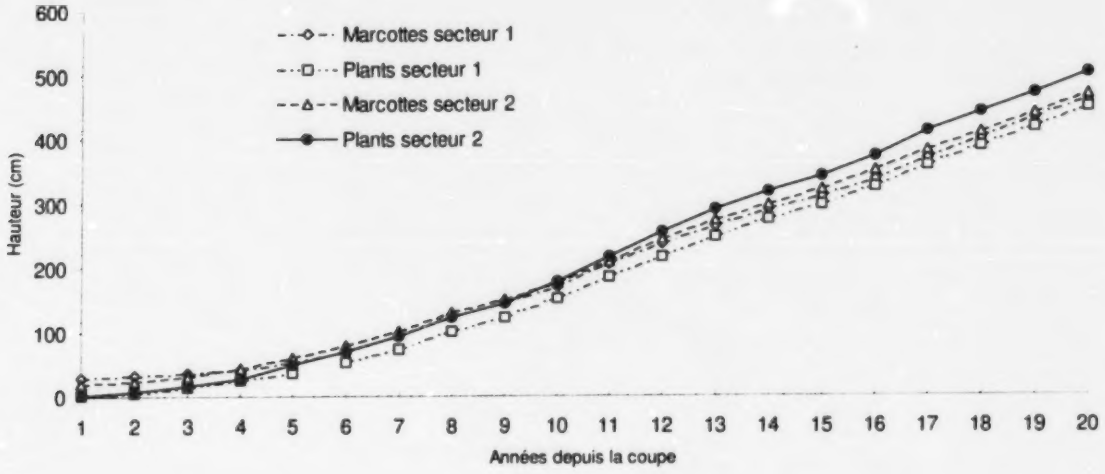

Figure 2. Évolution de la hauteur de marcottes et de plants, ruisseau La Blague.

Sur les stations de fertilité moyenne, la régénération naturelle a suivi le patron de développement déjà mis en évidence dans les études précédentes (Boily et Doucet 1993, Paquin et Doucet 1992b), qui se traduit par une augmentation graduelle du taux d'accroissement en hauteur pendant environ 20 ans après la coupe. Les taux d'accroissement actuels permettraient sans doute d'obtenir, à maturité, un volume marchand proche de celui des tables de production (Pothier et Savard 1998), si la densité était suffisante. Ce n'est malheureusement pas le cas : aucune mesure n'avait été prise pour protéger la régénération au moment de la coupe, et la scarification a détruit une partie de celle qui avait survécu malgré tout. Sauf dans un cas, la plantation n'a pas réglé le problème, à cause des taux d'accroissement plus faibles que ceux de la régénération naturelle. Enfin, sur les stations de faible qualité, les plants croissent encore moins bien que la régénération naturelle. Une étude récente (Paquin *et al.* 1998) a d'ailleurs montré que la faible croissance de la régénération naturelle est probablement liée à la station plutôt qu'au type de régénération : la fertilisation de marcottes a permis d'augmenter leur taux d'accroissement en hauteur à 25 cm/an, alors qu'il avait stagné à 3 cm/an pendant plus de 10 ans.

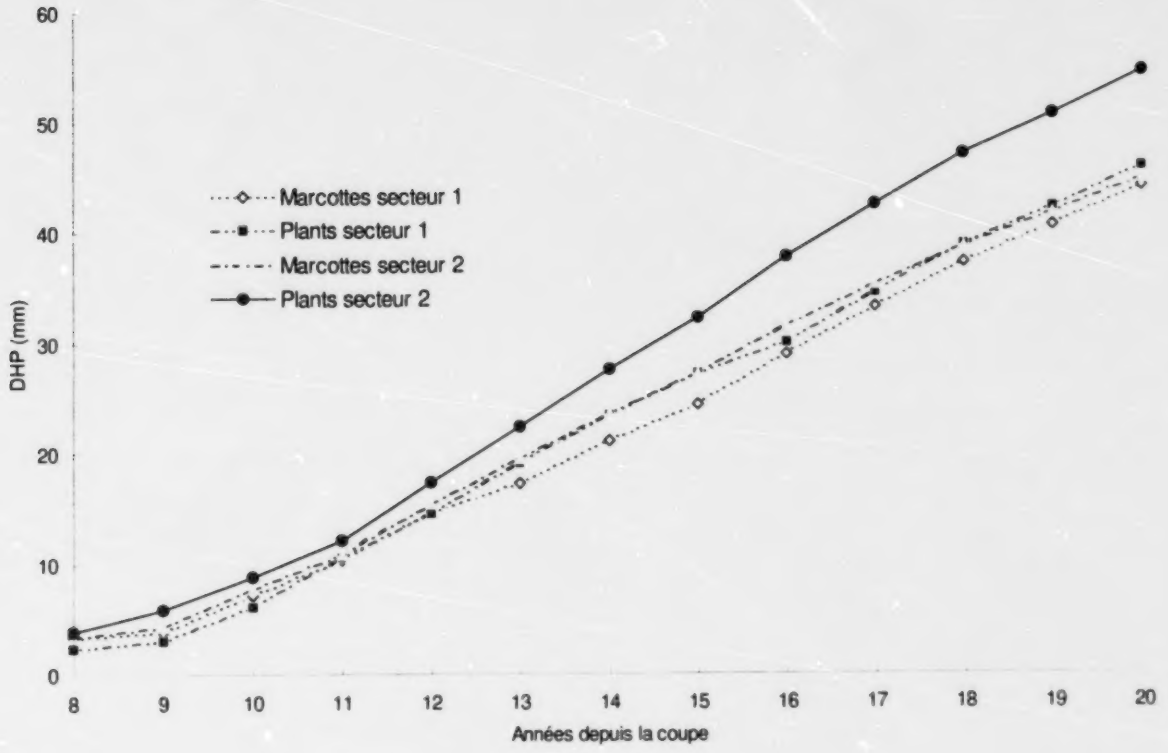

Figure 3. Évolution du diamètre de plants et de marcottes d'épinette noire, ruisseau La Blague.

C'est la taille de la régénération naturelle au moment de la plantation, plutôt que le délai plus ou moins long entre la coupe et la plantation, qui semble avoir joué un rôle primordial dans les résultats. En effet, lorsque la différence de hauteur entre la régénération naturelle et les plants, au moment de la plantation, était faible, les deux se sont développés au même rythme. Par contre, lorsque cette différence était substantielle, les plants n'ont pas rattrapé la régénération naturelle et leur croissance, plusieurs années après leur mise en terre, laisse présager qu'ils n'y parviendront pas. La compétition ne semble pas en cause, car la régénération naturelle n'était pas très dense et la scarification a éliminé la compétition qui aurait pu nuire aux plants. Il est probable, toutefois, que la régénération naturelle ait bénéficié d'une plus longue période d'acclimatation, soit que la coupe datait de plusieurs années, soit que les peuplements étaient déjà ouverts au moment de la coupe.

Il y a eu très peu de mortalité au cours de la période d'observation; les taux de survie se comparent avantageusement à ceux que l'on retrouve couramment dans les plantations d'épinette noire (Trottier 1998). Quant à l'accroissement en hauteur des plants, sur les deux bonnes stations, il est près de deux fois plus élevé que celui de la moyenne des plantations récentes (Trottier 1998). Mais, sur les autres stations, il n'atteint que les trois quarts, ou même la moitié, de cette moyenne.

Le kalmia (*Kalmia angustifolia* L), présent dans plusieurs secteurs (tableau 1), est reconnu pour avoir un effet négatif sur la croissance de l'épinette noire (Titus *et al.* 1995). Il pourrait donc être responsable des problèmes que rencontrent les plants dans plusieurs secteurs. Puisque la croissance de la régénération naturelle s'est améliorée avec le temps, il est possible que les plants suivent la même tendance, mais les taux actuels d'accroissement donnent à penser que le processus sera long.

Tableau 3. Comparaison de marcottes et de plants dans des plantations réalisées plus de trois ans après la coupe

Secteur et nombre d'années entre la coupe et la plantation	Année de la coupe, de plantation et de la 1re mesure	Origine	H_{m1} (cm)	C_{m1} (cm)	H_{97} (cm)	$C_{96:97}$ (cm/an)	Croissance annuelle moyenne (cm/an)	Mortalité (%)
Rivière Serpent 1	1980	Marcottes	104	14,1	252	20,7	18,6	1
4 ans	1985	Plants	44	4,9	110	10,4	8,2	3
	1989	*p*	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	
Route Aéroport	1975	Marcottes	68	10,1	160	12,9	11,5	0
9 ans	1985	Plants	42	4,9	90	8,3	5,9	0
	1989	*p*	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	2
Lac Caopatina	1979	Marcottes	105,7	17,2	224	21,6	19,7	11
9 ans	1989	Plants	38	3,9	70	6,1	5,3	2
	1991	*p*	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	
Chemin Lamothe	1969	Marcottes	117	12,3	233	17,5	14,5	1
15 ans	1985	Plants	54	6,8	113	9,2	7,3	1
	1989	*p*	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	

H_{m1}, C_{m1} : hauteur et croissance en hauteur à la première année de mesure.
H_{97} : hauteur en 1997.
C_{96-97} : croissance annuelle moyenne en hauteur de 1996 et 1997.
p : probabilité que les différences entre les plants et les marcottes soient dues au hasard.

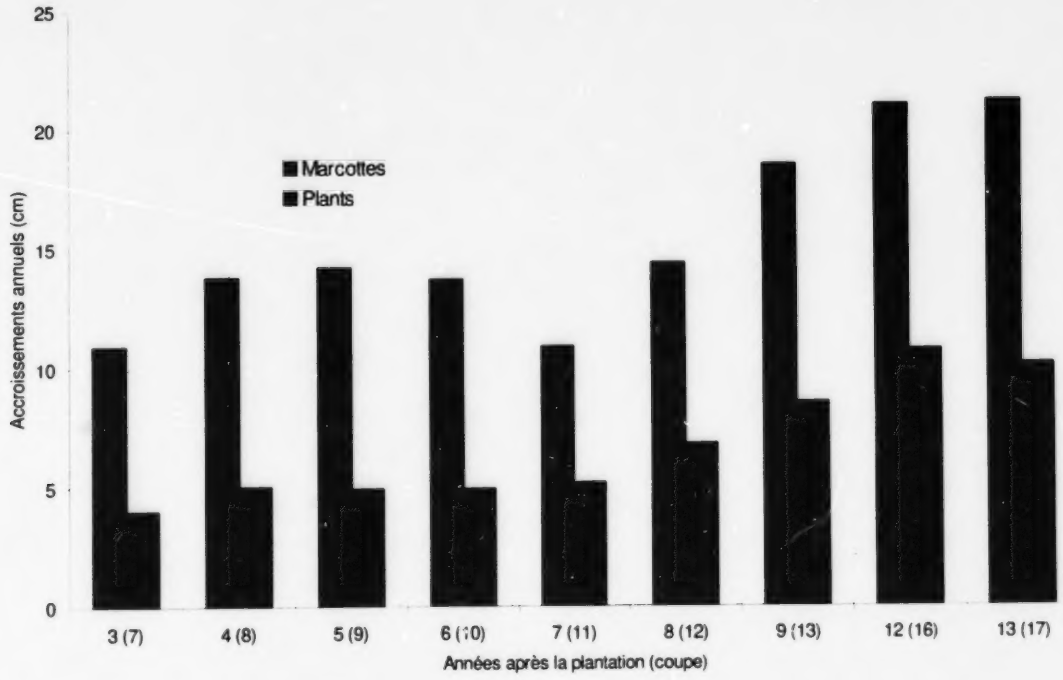

Figure 4. Accroissement annuel en hauteur des plants et des marcottes secteur 1 rivière Serpent.

Conclusion

Les neuf plantations étudiées faisaient partie des programmes normaux de reboisement d'il y a 10 à 20 ans. Les résultats démontrent que, sur des stations relativement fertiles, la régénération naturelle d'épinette noire, composée principalement de marcottes, peut croître aussi bien que la régénération artificielle installée selon les méthodes alors en vigueur. Dans les secteurs où la régénération naturelle prend plusieurs années à atteindre un taux d'accroissement acceptable, les plants présentent la même carence, leur taux d'accroissement étant encore très faible, huit ans et plus après la plantation. Lorsque la croissance de la régénération naturelle est faible, il faudrait donc vérifier si la qualité de la station est en cause. Si tel est le cas, les résultats du reboisement pourraient être décevants. Il vaudrait alors mieux compter sur la régénération préétablie, en la protégeant le plus possible lors de la récolte.

Remerciements

Cette étude n'aurait pu être menée à terme sans le concours de nombreuses personnes, au premier chef celui du personnel des trois unités de gestion concernées, dont plusieurs membres ont participé aux différentes phases des travaux de terrain. Monsieur Jocelyn Boily a mis en place les dispositifs expérimentaux au cours de son séjour à la Direction de la recherche forestière. Le dernier mesurage s'est effectué sous la responsabilité de M. Louis Faucher, qui a aussi réalisé la compilation des mesures. Monsieur Fabien Caron a révisé le texte dactylographié par Mme Nathalie Langlois. Messieurs Jocelyn Boily, Mario Dubé et Jean-Claude Ruel ont révisé une version antérieure. Il me fait plaisir de reconnaître ici la collaboration de toutes ces personnes.

*

Références

Bergeron, J.-F., P. Grondin et J. Blouin, 1998. *Rapport de classification écologique du sous-domaine bioclimatique de la pessière à mousses de l'ouest*. Gouv. du Québec, min. des Ress. nat., Dir. de la gestion des stocks for. 204 p.

Boily, J. et R. Doucet, 1991. *Croissance en hauteur de la régénération de marcottes d'épinette noire dans des coupes d'une vingtaine d'années*. Min. de l'Énergie et des Ress., Dir. de la rech. Note de rech. for. n° 42. 10 p.

BOILY, J. et R. DOUCET, 1993. *Croissance juvénile de marcottes d'épinette noire en régénération après récolte du couvert dominant*. Can. J. For. Res. 23 : 1396-1401.

DOUCET, R., 1990. *Long-term development of black spruce advance growth released by cutting*. Dans : B.D. Titus, M.B. Lavigne, P.F. Newton et W.J. Meades, éd. The silvics and ecology of boreal spruces. Proc. IUFRO Working Party S.05-12 Annual Meeting, Terre-Neuve, 12-17 Août 1989. For. Can., Inf. Rep. N-X-271 : 113-121.

DOUCET, R. et J. BOILY, 1986. *Croissance en hauteur comparée de marcottes et de plants à racines nues d'épinette noire, ainsi que de plants de pin gris*. Can. J. For. Res. 16 : 1365-1368.

DOUCET, R. et J. BOILY, 1987. *Bibliographie annotée sur le marcottage de l'épinette noire*. Gouv. du Québec, min. de l'Énergie et des Ressources., Dir. de la recherche et du développement, Mémoire n° 90. 32 p.

DOUCET, R. et J. BOILY, 1988a. *Croissance en hauteur de la régénération artificielle et de marcottes d'épinette noire croissant côte à côte*. Gouv. du Québec, min. de l'Énergie et des Ressources, Dir. de la recherche et du développement, Mémoire n° 93. 34 p.

DOUCET, R. et J. BOILY, 1988b. *Développement des bouquets de marcottes d'épinette noire dans des coupes récentes au Québec*. Naturaliste Can. 115 : 139-147.

GRONDIN, P., J. BLOUIN, et P. RACINE, 1998. *Rapport de classification écologique du sous-domaine bioclimatique de la sapinière à bouleau blanc de l'ouest*. Gouv. du Québec, min. des Ress. nat., Dir. de la gestion des stocks for. 216 p.

GROOT, A., 1994. *Age and size structure of natural and second-growth peatland* Picea mariana *stands*. Can. J. For. Res. 24 : 225-233.

LUSSIER, J.M., H. MORIN et R. GAGNON, 1992. *Comparaison de la croissance de marcottes d'épinette noire (*Picea mariana*) adultes après coupe à celle d'individus issus de graines après feu*. Can. J. For. Res. 22 : 1524-1535.

MORIN, H. et R. GAGNON, 1991. *Structure et croissance de peuplements d'épinette noire issus de régénération préétablie une quarantaine d'années après coupe au Lac-Saint-Jean, Québec*. For. Chron. 67 : 275-283.

MORIN, H. et R. GAGNON, 1992. *Comparative growth and yield of layer and seed-origin black spruce (*Picea mariana*) stands in Quebec*. Can. J. For. Res. 22 : 465-473.

PAQUIN, R. et R. DOUCET, 1992a. *Productivité de pessières boréales régénérées par marcottage à la suite de vieilles coupes totales au Québec*. Can. J. For. Res. 22 : 601-612.

PAQUIN, R. et R. DOUCET, 1992b. *Croissance en hauteur à long terme de la régénération préétablie dans des pessières noires régénérées par marcottage, au Québec*. Can. J. For. Res. 22 : 613-621.

PAQUIN, R., H.A. MARGOLIS et R. DOUCET, 1998. *Nutrient status and growth of black spruce layers and planted seedlings in response to nutrient addition in the boreal forest of Quebec*. Can. J. For. Res. 28 : 729-736.

PAQUIN, R., H.A. MARGOLIS, R. DOUCET et MARIE-R. COYEA, 1999. *Comparison of growth and physiology of layers and naturally established seedlings of black spruce in a boreal cutover in Quebec*. Can. J. For. Res. 29 : 1-8.

POTHIER, D. et F. SAVARD, 1998. *Actualisation des tables de production pour les principales espèces forestières du Québec*. Gouv. du Québec, min. des Ress. nat., Dir. des inventaires for. 183 p.

TITUS, B.D., S.S. SIDHU et A.U. MALLIK, 1995. *A summary of some studies on* Kalmia angustifolia *L. : a problem species in Newfoundland forestry*. Ressources naturelles Canada, Service canadien des Forêts, Région de Terre-Neuve et du Labrador. Rapp. d'inf. N-X-296. 68 p.

TROTTIER, F., 1998. *Performance des plantations établies par le ministère des Ressources naturelles, dans les forêts publiques du Québec, de 1986 à 1995*. Gouv. du Québec, min. des Ressources naturelles, Dir. de l'assistance technique. 124 p.

WALSH, S.A. et G.M. WICKWARE, 1991. *Stand and site conditions associated with the occurrence and distribution of black spruce advance growth in northwestern Ontario*. Canada–Ontario Forest Resource Development Agreement, COFRDA Report 3309. 37 p.

Québec

Ministère des Ressources naturelles

2000-3091

ISBN 2-550-36246-2
Dépôt légal 2000
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada